

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2001-524762
(P2001-524762A)

(43) 公表日 平成13年12月4日 (2001.12.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 1 S 5/0683		H 0 1 S 5/0683	5 F 0 7 3
H 0 4 B 10/28		H 0 4 B 9/00	Y 5 K 0 0 2
10/26			S
10/14			
10/04			

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-522689(P2000-522689)
 (86) (22) 出願日 平成10年11月24日(1998.11.24)
 (85) 翻訳文提出日 平成12年5月24日(2000.5.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/US98/25142
 (87) 国際公開番号 WO99/27664
 (87) 国際公開日 平成11年6月3日(1999.6.3)
 (31) 優先権主張番号 08/979,204
 (32) 優先日 平成9年11月26日(1997.11.26)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

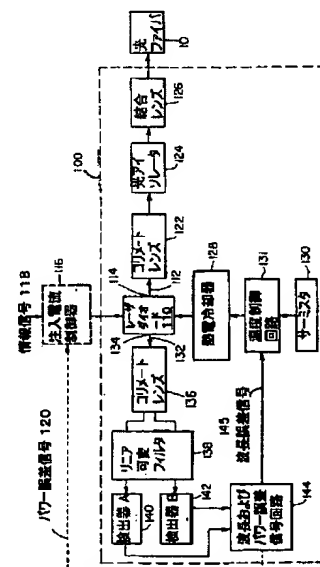
(71) 出願人 コーニング・レーザートロン・インコーポ
レーテッド
アメリカ合衆国, マサチューセッツ州
01730, ベッドフォード, オーク パーク
11
 (72) 発明者 リアード・フランシス・エル
アメリカ合衆国, マサチューセッツ州
01776, サドバリ, ピークハム ロード
446
 (74) 代理人 弁理士 杉本 修司 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空間可変フィルタによるレーザ波長の監視/制御方法および装置

(57) 【要約】

フィードバック制御式レーザダイオード通信装置は、通常、入力信号に応じて変調されて光信号を発生するレーザダイオードを有し、入力信号を符号化するものとして知られている。さらに、空間可変フィルタ素子が、レーザダイオード (好ましくは背面ファセットから) から発生する光信号の少なくとも一部を受光するように配置され、少なくとも1つの検出器を使用してこの濾過された光信号を検出する。制御回路は、検出器の応答に基づいてレーザダイオードの波長を制御し、フィードバック制御を実行する。このように、レーザダイオード通信装置は、特に波長分割多重システムにおける密なチャネル間隔を維持するのに適している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号を発生するレーザ装置と、

前記レーザ装置から発生した前記光信号の少なくとも一部を受光するように配置された空間可変フィルタ素子と、

前記空間可変フィルタ素子によって受光および濾過された前記光信号の一部を検出する少なくとも 1 つの検出器と、

少なくとも 1 つの検出器の応答を使用して、前記レーザ装置の波長を制御する制御回路とを備えたフィードバック制御レーザ通信装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記空間可変フィルタ素子が空間的に変化する通過帯域を有するレーザ通信装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、前記空間可変フィルタ素子および前記少なくとも 1 つの検出器が、前記レーザ装置の背面ファセットからの光を濾過および検出するように配置されているレーザ通信装置。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれかにおいて、さらに、前記空間可変フィルタ素子に対応して配置され、前記装置の指定中心周波数に対してそれぞれ高い周波数および低い周波数の光を検出する少なくとも 2 つの検出器を備えたレーザ通信装置。

【請求項 5】 請求項 4 において、前記制御回路が前記レーザ装置の波長を調整して、前記両検出器からの応答振幅の関係を所定の関係に維持するレーザ通信装置。

【請求項 6】 請求項 4 または 5 において、前記レーザ装置のパワー出力が、前記両検出器の合成応答に従って変調されるレーザ通信装置。

【請求項 7】 請求項 1 において、前記検出器が前記空間可変フィルタ素子に対応して配置され、そのアクティブ領域がフィルタにおいて空間的に変化するレーザ通信装置。

【請求項 8】 請求項 1 から 7 のいずれかにおいて、前記装置がモジュール内に組込まれているレーザ通信装置。

【請求項 9】 請求項 1 から 8 のいずれかにおいて、前記装置の温度を制御することによって、前記レーザ装置の前記波長を制御するレーザ通信装置。

【請求項10】 請求項1から8のいずれかにおいて、前記装置の空洞共振器内のグレイティングを制御することによって、前記レーザ装置の前記波長を制御するレーザ通信装置。

【請求項11】 請求項1から10のいずれかにおいて、前記検出器がリニア電荷結合素子を備えたレーザ通信装置。

【請求項12】 請求項1から11のいずれかにおいて、前記レーザ装置が、情報信号で変調されるレーザダイオードであるレーザ通信装置。

【請求項13】 請求項1から11のいずれかにおいて、前記レーザ装置が増幅器であるレーザ通信装置。

【請求項14】 請求項13において、さらに、その振幅が前記増幅器からの出力を変調する変調器を備えているレーザ通信装置。

【請求項15】 請求項1から14のいずれかにおいて、前記空間可変フィルタ素子が空間的に変化する透過通過帯域を有するレーザ通信装置。

【請求項16】 請求項1から15のいずれかにおいて、前記空間可変フィルタ素子が空間的に変化する反射通過帯域を有するレーザ通信装置。

【請求項17】 光ビームを発生するレーザダイオードと、
前記レーザダイオードで発生する前記光ビームの少なくとも一部を受光するように配置された空間可変フィルタ素子と、
前記空間可変フィルタ素子によって受光または濾過された光ビームの一部を検出する検出器と、

前記検出器の応答を使用して前記レーザダイオードの波長を監視する回路とを備えたレーザ波長監視システム。

【請求項18】 複数のチャネルサブシステムであって、
入力信号に応じて変調されて、光信号を発生するレーザダイオードと、
前記レーザダイオードから発生した光信号の少なくとも一部を受光するように配置された空間可変フィルタと、

前記空間可変フィルタで受光および透過された光信号の一部を検出する少なくとも1つの検出器とを備えた複数のチャネルサブシステムと、

前記サブシステムの検出器の応答を使用して、前記レーザダイオードの光信号

波長を制御する制御回路とを備えた波長分割多重レーザ通信システム。

【請求項 19】 請求項 18 において、前記サブシステムからの前記光信号が単一の光ファイバに結合されるレーザ通信システム。

【請求項 20】 請求項 18 において、前記空間可変フィルタ素子が複数のサブシステム間で共有されているレーザ通信システム。

【請求項 21】 請求項 18 において、前記制御回路が前記レーザダイオードの前記波長を調整して、前記それぞれのダイオードの前記検出器からの応答振幅間を所定の関係に維持するレーザ通信システム。

【請求項 22】 レーザ装置を変調して入力信号に応じた光信号を発生し、
前記レーザ装置によって発生した前記光信号の少なくとも一部を空間可変フィルタ素子によって濾過し、
前記濾過された光信号を検出し、
前記光信号に応答して前記レーザ装置の波長を制御するレーザ通信システムの制御方法。

【請求項 23】 請求項 22 において、さらに、前記レーザ装置の背面ファセットからの前記光信号を濾過するように、前記空間可変フィルタ素子を配置するレーザ通信システムの制御方法。

【請求項 24】 レーザを変調してビームを発生し、
前記レーザから発生する前記ビームの少なくとも一部を空間可変フィルタ素子によって濾過し、
前記濾過されたビームを検出し、
前記濾過されたビームに応答して前記レーザの波長を監視するレーザシステムの波長監視方法。

【請求項 25】 波長分割多重光通信システムを校正する方法であって、
前記システム用のモジュール内に、異なる波長で変調される光信号を発生する複数のチャネルサブシステムを組み込み、
前記チャネルサブシステムから発生する前記光信号の少なくとも一部を空間可変フィルタ素子によって濾過し、
前記濾過された光信号に応答して前記サブシステムのそれぞれの波長を校正す

る波長分割多重光通信システムの校正方法。

【請求項 26】 増幅光を発生するレーザ増幅器と、
情報信号に応答して前記光を変調する変調器と、
光を前記レーザ増幅器にフィードバックして、狭周波数帯域で動作させるノッチ可変フィルタ素子とを備えたレーザ通信システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【関連出願】**

本出願は米国特許出願第08／979, 204号（1997年11月26日出願）の一部継続出願であり、その全文はここに引用するものとする。

【0002】**【本発明の背景】**

光ファイバリンクを新たに設置せずにデータ処理能力を上げるために、WDM (Wavelength Division Multiplexing : 波長分割多重化) システムが用いられている。このシステムは半導体レーザ調整可能性（波長可変性）に依存して、光ファイバの伝播するスペクトルの広い範囲に使用できる。これにより、データ速度は1桁またはそれ以上増加する。

【0003】

規格ではこれらWDMシステムのチャネル間隔を定めている。周波数間隔は光周波数に対して密である。1.5 μ m付近のレーザダイオード動作では、一般に100GHzであり、言いかえると、約0.8nm最小波長チャネル間隔になる。最新の規格では、場合によっては、さらに密なチャネルスロットを有している。

【0004】

レーザダイオードの波長を調整してWDMシステムの多数のチャネルで動作させる方法は、使用するレーザダイオードのタイプに依存する。分布帰還 (DFB) レーザダイオードの波長は、ダイオードの温度を変更して調整する。一般に温度制御は、熱電冷却器を有するレーザ通信モジュールの状態で実行される。これらの装置はペルチェ効果により熱を奪い、このペルチェ効果は電氣的に調整可能である。ファブリペロレーザは同様に温度を制御して調整される。分布型ブラッグ (DBR) レーザは温度および注入電流により調整される。広範囲に渡る調整は、回折周波数 (grating frequency) の変更などの、レーザダイオード構造を変更することにより達成できる。

【0005】

これらWDMシステム中の特定のチャネル間隔を維持するために、さまざまな問題解決法が提案されている。一般にこれらの提案は、分布帰還レーザの本質的な製造多様性により、精密な工場調整に頼ることになる。たとえば、経時および環境の影響からの波長変動を検出および調整するために、組み立て後にWDMモジュール波長を手動精密調整する。

【0006】

【発明の要約】

本発明は、レーザダイオードシステムに対する波長フィードバック制御および／または監視に関するものである。したがって、特にWDMシステムにおける密なチャネル間隔を維持するのに適するものである。本発明は、空間可変フィルタ素子に依存して、レーザダイオードの波長を決定または監視するのを特徴としている。この種類の光フィルタは、小型でかつ調整可能なことの特有の利点を有し、小さく、かつ規定されたモジュールで容易にWDM装置を実現する。

【0007】

本発明の一構成によれば、一般に、フィードバック制御レーザ通信装置を構成する。一般に前記装置は、入力信号に応じて変調またはその出力が変調されて光信号を発生するレーザダイオードまたはレーザ増幅器を有し、その入力信号を符号化する。さらに、空間可変フィルタ素子が、レーザ装置で発生する光信号の少なくとも一部を受光するように配置されており、検出器を使用してこの濾過（光信号のフィルタリング）された光信号を検出できる。この時、監視および制御回路は検出器の応答信号を使用し、波長を判定して、フィードバック制御を実行できる。

【0008】

好ましい実施形態によれば、空間可変フィルタ素子は空間的に変化する通過帯域を有する。代替方法として、透過または反射フィルタ素子以外に、空間的に変化するローパス、ハイパスまたは狭帯域ノッチフィルタ素子で置換えることも可能である。

【0009】

さらに、検出器は厳密には必要でない。空間可変フィルタ素子を使用して増幅

器に狭帯域周波数フィードバックを行い、調整可能な狭帯域周波数動作を実現させる。

【0010】

また好ましい実施形態では、空間可変フィルタ素子および少なくとも1つの検出器が配置され、レーザダイオードまたは増幅器の背面ファセットからの光を濾過および検出する。このようにして、装置の全体有効パワー出力は減少せず、ダイオードの場合には、実質的に自由に利用できる背面ファセット光に依存する。しかし、別の具体例では、前面ファセットからの光は、部分的もしくは周期的、または工場調整の間にサンプリングすることができる。

【0011】

第1の実施形態では、少なくとも2つの検出器を使用する。この構成では、装置の指定中心周波数に対して高い周波数および低い周波数の光をそれぞれ検出できる。制御回路はレーザダイオードの波長を調整して、両方の検出器からの応答振幅間の所定の関係を維持する。さらに、レーザダイオードのパワー出力を、検出器の合成応答に従って変調または制御できる。

【0012】

この実施形態は、装置の製造が容易であり、融通性を持たせることができる。2つの検出器の配置はフィルタ出力の応答交差点を決定する。交差点波長の位置は、一方の検出器を他方に対して移動して、応答性を上げて交差点波長を変化させるように調整するか、または両方を中間点に対して対称にして、応答性は上がるが交差点波長は変化しないように調整する。

【0013】

2つの検出器は必ずしも必要でない。第2の実施形態では、単一の検出器が、そのアクティブ領域がフィルタにおいて空間的に変化するように、空間可変フィルタを基準にして配置されている。

【0014】

別の単一検出器の実施形態では、リニヤ電荷結合素子を使用する。各素子が単一波長部分を検出する。

【0015】

別の構成では、本発明は波長分割多重レーザダイオード通信システムを構成し、複数のチャネルサブシステムを備えている。各サブシステムは波長フィードバック制御系に空間可変フィルタを使用している。

【0016】

システム的具体例によっては、空間可変フィルタをサブシステム間で共有し、単一の空間可変フィルタを複数のサブシステムに使用している。さらに、電荷結合素子のような検出器アレーを複数のサブシステムの制御系で利用できる。

【0017】

一般に、その他の構成では、本発明は、空間可変フィルタを使用するレーザダイオード通信システムを制御する方法に関する。さらに、その空間可変フィルタを使用して、波長分割多重光通信システムを校正できる。

【0018】

本発明の上述およびその他の特徴は、構造および部品組合せの多くの斬新な内容、ならびにその他の利点を有しており、さらに具体的に添付図面を参照して説明し、特許請求範囲に述べることとする。本発明を実施する特定の方法と装置は、例示して示しているが、本発明を限定するものではない。本発明の原理と特徴は、本発明の範囲を逸脱することなく、各種の多数の実施形態に使用できる。

【0019】

【好ましい実施形態の詳細な説明】

図1は、レーザダイオード通信装置100のブロック図であり、本発明の原理に従って構成されている。これらの装置では一般に、レーザダイオード110が、その前面の部分的反射または無反射ファセット114で光信号を発生する。1つの実施形態では、レーザダイオードは、 $1.5\mu\text{m}$ 付近で調整できる分布帰還レーザである。

【0020】

情報は、情報信号118に応じてレーザダイオード注入電流を変調することにより光信号112に符号化される。特に、注入電流制御器116は、通常通信装置100の外部にあり、情報信号118および装置100からのフィードバックパワーの誤差信号120を受取る。制御器116はレーザダイオード110の注

入電流を変調して、情報信号を符号化すると共に、所定の光パワー出力を定格に維持して、装置破壊限界値とユーザー設計仕様の両方に適合させる。

【0021】

しかし、本発明の注目すべき点は、その他のレーザ光システムにも適合することである。たとえば、別の実施形態では、レーザをレーザダイオードおよび別個の変調器と置換えできる。このようなシステムでは、一般に、レーザはCW (continuous-wave) モードで作動し、情報信号は変調器に供給される。

【0022】

光信号 112 は、一般に通信装置 100 の外部にあるか、またはファイバピグテールとして接続されている光ファイバ 10 を介して伝播する。コリメートレンズ 122 および結合レンズ 126 を使用して、光信号 112 を光ファイバに接続して、典型的な実施形態の伝送を行う。一般に 2 つの偏光子およびこれらの間に位置するファラデー旋光器を有する光アイソレータ 124 を用いてアイソレーションする。しかし、これとは別に、その他の結合システムで置換えることもできる。また使用目的によっては、ファイバピグテール端面レンズを、個別の偏光子／旋光器／アイソレータと共に（または無しで）使用することもできる。

【0023】

また一般的には、レーザダイオード 110 の温度は、熱電冷却器 128 により制御される。これらの装置を使用して、レーザダイオードから、熱を奪うかまたは加熱して、一定の動作温度に維持し、光信号 112 の波長を安定化する。サーミスタ 130 を使用してレーザダイオード 110 の温度を検出する。サーミスタは温度信号を発生し、その信号を温度制御回路 131 が受取る。この制御回路は波長誤差信号と、レーザダイオードを加熱または冷却する熱電冷却器 128 の動作を調整する温度信号の両方を使用する。パワーアップの期間中、レーザダイオード波長は検出部 (140、142) のキャプチャレンジ内に入るように調整される。通常の動作期間中は、温度調整回路 131 は熱電冷却器 128 を制御して、所望の波長を追跡する。この動作中、サーミスタを監視して、温度がレーザダイオードまたはその他の回路を破壊するような、高および／または低温度限界値を越えないことを確認する。

【0024】

本発明によれば、光信号の少なくとも一部132をモニターして、レーザダイオードの瞬時的動作波長を検出する。図示した例によれば、レーザダイオード110の背面の反射ファセット134から出た光を検出することにより、光信号を適当にサンプリングする。好ましい実施形態では、光信号のサンプリングされた部分は、コリメートレンズ136を通過する。そこから、サンプリングされた光は空間可変フィルタ138で濾過される。好ましい実施形態では、フィルタ138は、通過帯域がフィルタ面に沿ったx方向に直線的に変化するリニア可変フィルタ素子から構成されている。

【0025】

本実施形態では、2つの検出器、検出器A140および検出器B142が、フィルタ138上の2つの異なる位置を通過する濾過された信号を検出する。それぞれの検出器応答の指示値は波長およびパワー誤差回路（監視回路）144に供給される。一般にこの回路では、検出器A140の応答と検出器B142の応答間の差に基づく波長誤差信号145を発生して、温度制御回路131を介して熱電冷却器128を制御する。回路144は、装置の外部のユーザーに利用され、かつ注入電流制御器116で使用するパワー誤差信号120を発生する。パワー誤差信号120は、検出器140と142の組み合わせ応答（合成応答）を基本にするのが好ましい。

【0026】

図2は、空間可変フィルタ138および検出器140、142の配置を示す。特に、レーザダイオード110の背面ファセット134からの光132は、コリメートレンズ136を通過して、空間可変フィルタ素子138上に単一、一体形の好ましくは楕円形状の照射領域150を形成する。検出器140、142はフィルタ138の背後に横に並べて配置されている。好ましい実施形態では、フィルタは長さ約500マイクロメートルで、その前面に沿って波長で0.8マイクロメートルの変化を有する。

【0027】

図3は、空間可変フィルタ素子上の空間位置xの関数として、通過帯域の中心

周波数をプロットしたものである。フィルタ素子における通過帯域の中心周波数はフィルタ上の空間位置に依存する。

【0028】

図4は、典型的は通過帯域を示すものであり、透過光パワーを波長の関数としてプロットしている。フィルタ素子上の所定の位置 X_0 において、フィルタ素子の通過帯域で特有の中心周波数 $\lambda(X_0)$ を有する。またフィルタ素子は、相対的に一定の規定された通過帯域(B)を有する。この通過帯域は、フィルタ素子の所定位置における光の透過波長を規定する。特に、空間位置 X_0 において、実質的には $\lambda(X_0) - 0.5B$ から $\lambda(X_0) + 0.5B$ の間の光のみが透過する。

【0029】

図5に、フィルタ素子138に対する位置によって、検出器A140および検出器B142が応答するスペクトルを示す。特に、検出器A140は空間可変フィルタ素子138の前に置かれ、波長 λ_A を中心にする通過帯域を有する。検出器B142は空間可変フィルタ素子138の異なる部分の前に置かれ、波長 λ_B を中心にする通過帯域を有する。好ましい実施形態の制御方式では、通信装置100の指定波長は λ_n であり、1つの特定の具体例では、 λ_A と λ_B の間の中間にある。その結果、波長およびパワー誤差回路144は波長誤差信号を発生してダイオードの波長を制御し、例示した実施形態では、熱電冷却器128を介して波長制御が達成される。検出器140、142の応答は平衡が保たれており、したがってフィードバック制御を実行してレーザダイオードの波長を λ_n に維持する。

【0030】

本実施形態の構成では、特に製造上の容易性とで融通性を備える。2つの検出器の位置は、フィルタ出力の応答の交差点を決定する。交差点の波長 λ_n の応答(交差点での強度 m)および位置の両方は、一方の検出器を他方に対して移動することにより調整可能である。これによって応答強度と λ_n が変化する。これとは別に、両方の検出器の位置を中間点に対して等しく移動できる。この場合の応答は、検出器を相互に近付けるか離すかによって上昇または低下するが、 λ_n は変化しない。

【0031】

同じように、一对の検出器に対してフィルタ素子138を移動して、 λ_A 、 λ_n 、 λ_B を変化させ、最初の検出器セットアップで与えられた感度の関係を損なうことなく、異なる指定波長に適応させる。この機能は、多くの(45~90またはそれ以上)チャンネルを有するWDMシステムにレーザユニットを供給するのに必要な製造在庫品に関して、特に重要である。汎用モジュールは、可能なチャンネルの範囲に渡って作動するように製造できる。一般に、特定のDFBレーザは、たとえば12チャンネルに渡って調整可能なように製造できる。この汎用モジュールは在庫がある。特定のチャンネル用のモジュールが必要なときは、そのチャンネルを範囲に含む汎用モジュールを選択して、そのモジュールが所定の周波数で動作するように可変フィルタを取り付けて、調整/設定する。

【0032】

図6は、波長分割多重モジュール200中のチャンネルサブシステムとしての通信装置100の具体例を示す。このようなシステムでは、各サブシステムのレーザダイオードを制御して、レーザダイオード技術の調整可能範囲内の異なる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ で動作させる。たとえば、1つの提案システムでは、レーザダイオードの公称中心周波数を195.9~191.7テラヘルツ(THz)に、最小チャンネル間隔100ギガヘルツ(GHz)を有するように拡張する。対応する波長中心は、1530.33~1563.86nmに、約0.8nm間隔で拡張される。このシステムでは、数十から数百の分割チャンネルが同一の単一モード光ファイバ10中を伝送され、非多重システムに比較して、ファイバの全体のデータ伝送率は著しく増大する。

【0033】

装置がモジュール200内で協働して動作する場合は、特定の部品はサブシステム100間で共有される。たとえば、各サブシステム内の別個の検出器140、142は、具体例によっては検出器アレーまたは電荷結合素子(CCD)アレーと置換えられて、モジュールのコストを低減する。さらに単一の長尺部材のフィルタ素子が全体のモジュール用に使用される。特定のサブシステムの各々はその長尺部材の一部分のみを利用する。さらに、波長誤差信号回路を別個の機能回

路としてサブシステム間に配置したり、すべてのサブシステムの一元化した制御を共有したアナログ／デジタル制御器回路に提供したりできる。

【0034】

図7は、レーザダイオード通信装置における第2の実施形態のブロック図である。この実施形態は、単一の検出器143を使用する点だけが第1の実施形態と異なっている。この検出器143は、その応答振幅がサンプリングされた光信号132からの変化波長に応じて変化するように、可変フィルタ138に対応して配置されている。

【0035】

図8は検出器143および空間可変フィルタ138のブロック図である。検出器143自体、または検出器用の別個の妨害物は、フィルタの空間的变化の方向に形付けられて、波長依存機能を備える。たとえば、レーザダイオード110の波長が長くなる場合は、フィルタ素子138の透過部分がxの正方向に移動する。xの正方向では、検出器143のアクティブ領域が増加して、所定の波長に対する感度が大きくなる。その結果、波長誤差信号回路144が熱電冷却器128を調節して、検出器の応答を所定のレベルに維持する。図示した例では、回路144はダイオード温度を調節して、波長 λ_n を追跡する。

【0036】

図7に戻ると、検出器143はパワー制御に使用するのには容易でないため、パワー誤差信号120を発生するのに別のパワー検出器152を必要とする。

【0037】

別の実施形態では、CCDタイプの検出器が使用される。これらは、リニアタイプが好ましく、CCD素子は空間可変フィルタ素子の変化方向に延びて配置される。CCDの各素子は個別の波長部分を検出する。レーザダイオードの波長を制御して、各々で検出された波長部分の強度信号における所定の関係を維持する。

【0038】

本発明では分布帰還レーザの組合せ使用について説明してきたが、その他のタイプのレーザ・ダイオード装置または他の波長調整レーザにも広く適用可能であ

る。たとえば、ファブリペロレーザおよび分布型ブラッグ反射レーザなどの、温度制御されたレーザ装置を使用することもできる。さらに、空洞共振器内のグレイティングを調整して波長を可変にした外部キャビティレーザを代わりに使用できる。このような具体例では、波長誤差信号を使用して動作素子、たとえば圧電素子を制御し、物理的にグレイティングを回転して波長を調整する。

【0039】

図9は、反射空間可変フィルタ素子を使用する、本発明の別の実施形態を示す。この場合の重要な可変性は、フィルタ素子の透過光でなく反射光にある。特にレーザダイオードの背面ファセット134から放射された光132は、レンズ136でコリメートされた後に、空間可変フィルタ138-1によって、フォールドミラーとして方向を変えられる。一構成において、検出器A140および検出器B142が光を受光して、前述のように、パワーと誤差信号120、145を提供する。具体例によれば、空間可変フィルタ素子138-1は、ノッチ、リニア変化フィルタまたは代替方法としてローパスもしくはハイパスまたはバンドパスフィルタ素子である。

【0040】

図10は、調整可能レーザ装置構成における本発明のさらに別の実施形態を示す。この実施形態では、レーザ増幅器110-2がレーザダイオードと置き換わっている。増幅器110-2で発生した光112は変調器111に伝送される。好ましい実施形態では、変調器は表面加工された部分的反射ファセットを有し、そのファセットが共振器の出口ファセットを画定する。増幅器110-2の他端から出た光132は、レンズ136-2により空間可変フィルタ素子138-2上に集束する。特に、空間可変フィルタ素子138-2は、ノッチ、リニア、リニア可変フィルタ(NLVF)であり、フィルタ素子に沿った各位置において狭い周波数帯域だけを反射する。これら反射周波数は、フィルタ素子の全長に渡って空間的に可変で、リニアに変化するのが好ましい。好ましい実施形態では、増幅器110-2の背面ファセット134から出た光は、NLVF上に焦点を合わせるかまたはコリメートされる。これにより、増幅器110-2に狭帯域幅フィードバックがされて、ほぼ単一の周波数レーザを作り出す。その結果、レーザ増

幅器は、この反射波長範囲に固定される。

【0041】

この設計の利点の1つは、波長の監視と制御が容易に実行できることである。NLVF138-2の背後の2つの空間的に離れた検出器140、142が、その位置関係により別々に動作するために、検出器A140と検出器B142の応答間の減算つまり差異を基にした制御方式になる。このシステムの1つの利点は、ファブリペロ型レーザには必要な位相補償器を必ずしも必要としないことである。

【0042】

最後の図11には、前述の実施形態の1つの可能な改良例を示す。場合によっては、製造時に空間可変フィルタ素子を固定して、装置の動作周波数を固定することが望ましいこともある。これは、設定解除方法に類似している。代替方法として、本発明では製造後のユーザー調整を可能にできる。特に、アーム162を介して、フィルタアクチュエータ164を空間可変フィルタ素子138に連結し、x軸に沿ってリニア可変フィルタ素子138を移動（つまり、滑り運動）できる。一具体例では、アクチュエータ164は簡単な止めネジであり、好ましくはその頭がモジュールの外部から調整できる。代替方法として、スマートフィルム、メモリメタルおよび圧力結晶を基本にしたシステムなどのその他の方法に加えて、超小型電気機構システムタイプ（MEMS：microelectrical mechanical system）のアクチュエータにより、開ループまたは閉ループのどちらでも電氣的に制御調整が可能である。

【0043】

本発明を好ましい実施形態を基にして詳細に例示し説明してきたが、当業者には、特許請求の範囲に定義する本発明の精神と範囲から逸脱することなく、形態および細部の各種の変更が可能なことは理解できるところである。これら当業者は、通常の実験の必要もなく、ここに詳細に説明した本発明の特定の実施形態に対する多くの均等物を認識または確認できることであろう。このような均等物は本特許請求の範囲内に包含されるものとする。

【図面の簡単な説明】

添付図面において、同一の参照符号は異なる図面でも同一の部品を指す。図面は必ずしも縮尺通りでなく、本発明の原理を表すために強調してある。

【図 1】

本発明によるレーザダイオード通信装置を示すブロック図である。

【図 2】

本発明の通信装置におけるフィルタと検出器の概略斜視図である。

【図 3】

空間可変フィルタ素子の空間的なフィルタ位置の関数としての中心周波数通過帯域のプロットである。

【図 4】

任意の位置 X_0 における空間可変フィルタの波長の関数としての透過光パワーのプロットである。

【図 5】

レーザダイオードからの光信号の関数としての検出器応答のプロットである。

【図 6】

本発明によるレーザダイオード通信装置の実施形態を示すブロック図であり、波長分割多重レーザダイオード通信システムのチャネルサブシステムである。

【図 7】

本発明の第 2 の実施形態によるレーザダイオード通信装置のブロック図である。

【図 8】

通信装置の第 2 の実施形態における検出器と空間可変フィルタの配置関係を示す平面図である。

【図 9】

反射空間可変フィルタを使用する別の実施形態を示す概略ブロック図である。

【図 10】

特定の波長に固定するノッチリニア変化フィルタ素子を備えた半導体増幅器を使用する別の実施形態である。

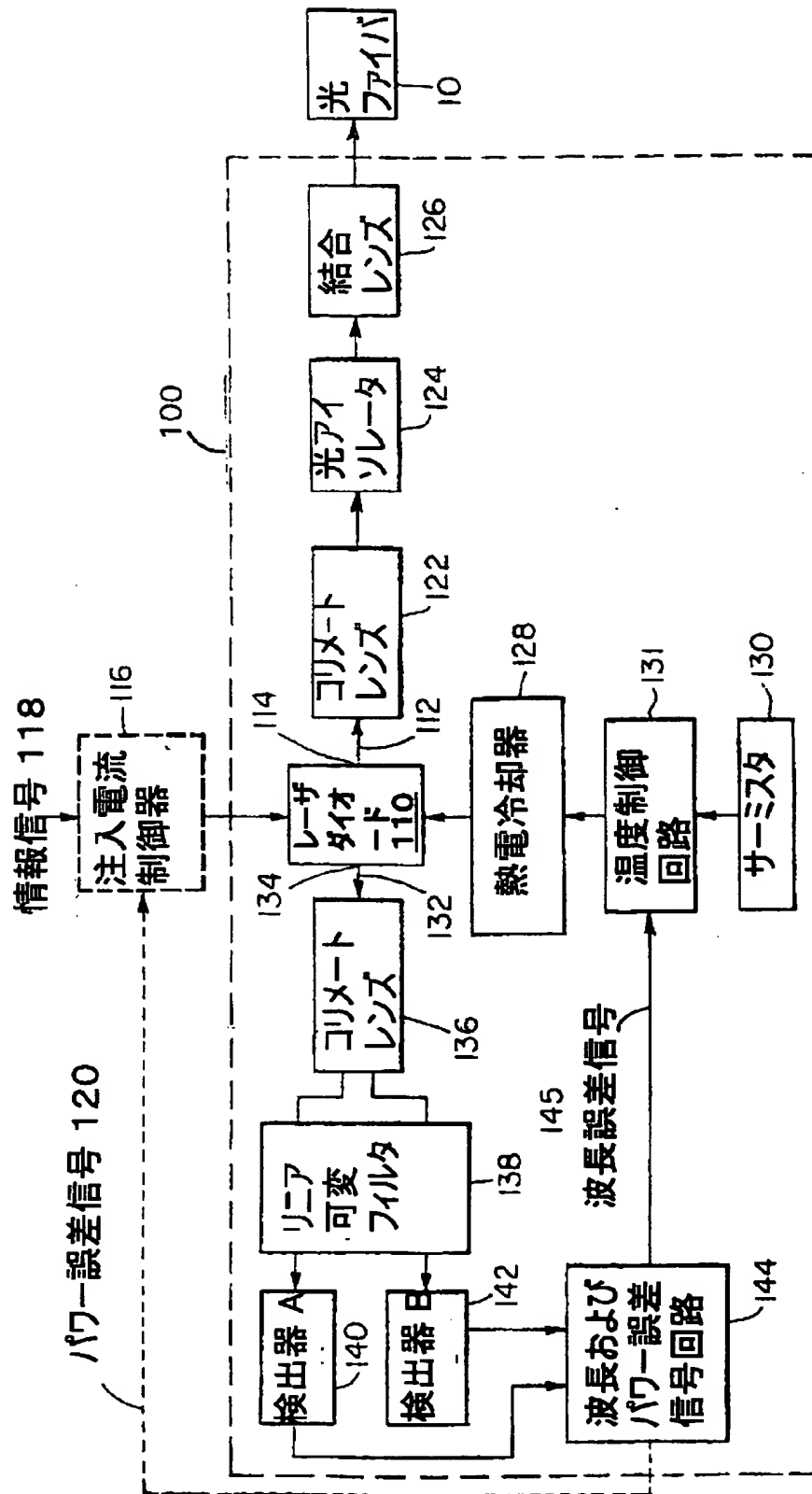
【図 11】

モジュールのアクチュエータを使用して空間可変フィルタを素子調整できることを示す概略斜視図であり。

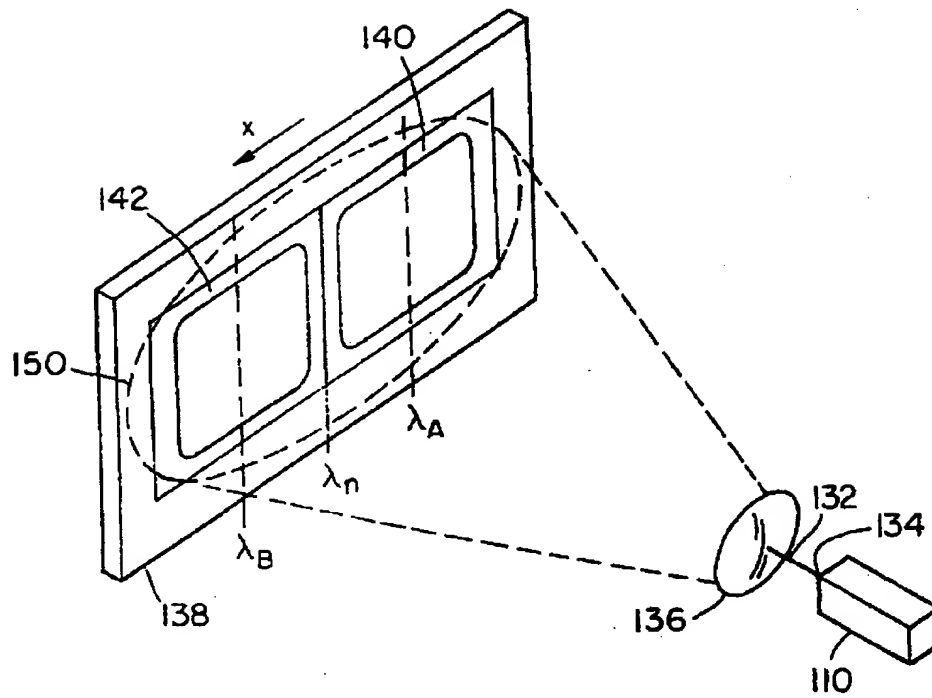
【符号の説明】

10…光ファイバ、100…レーザ通信装置（チャネルサブシステム）、110…レーザ装置、110-2…増幅器、111…変調器、112…光信号、120…合成応答、131…制御回路、134…背面ファセット、138…空間可変フィルタ素子、138-2…ノッチ可変フィルタ素子、140, 142…検出器、144…監視回路。

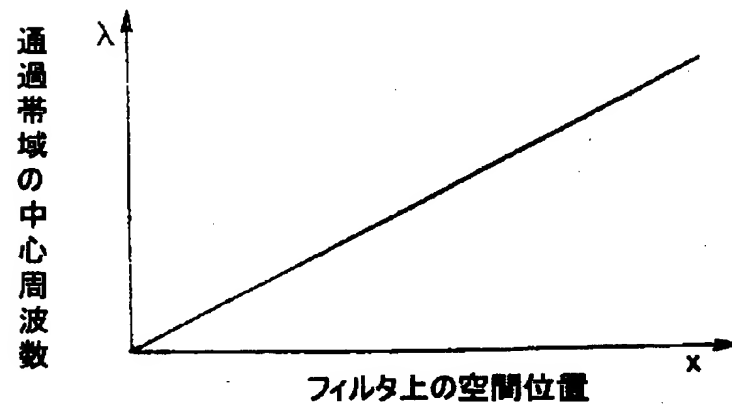
【図1】



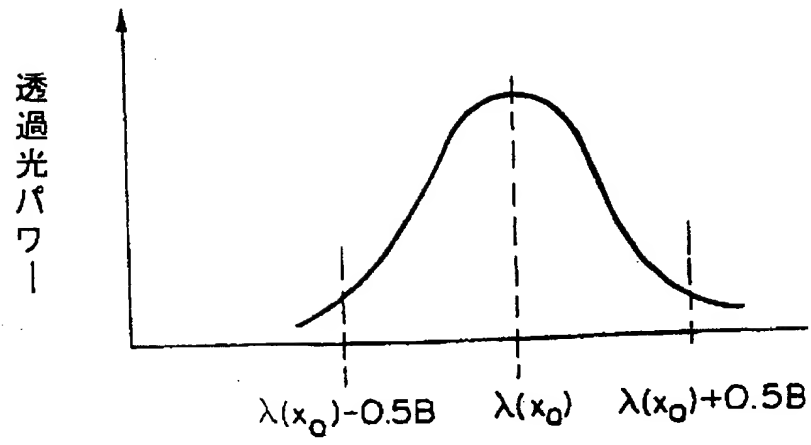
【図2】



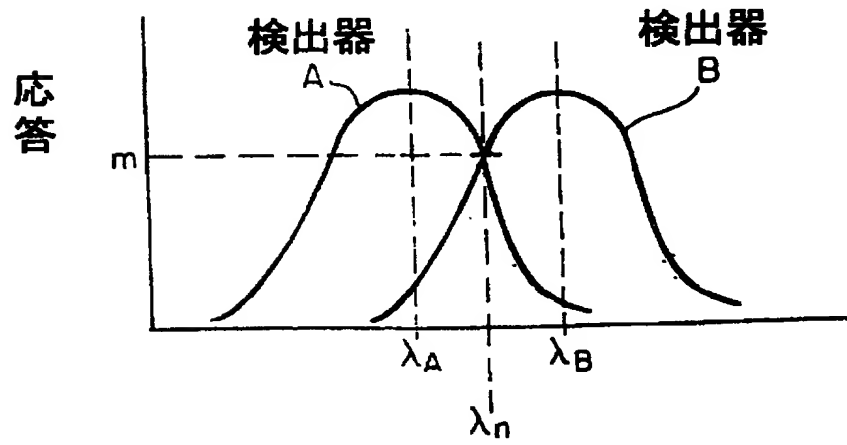
【図3】



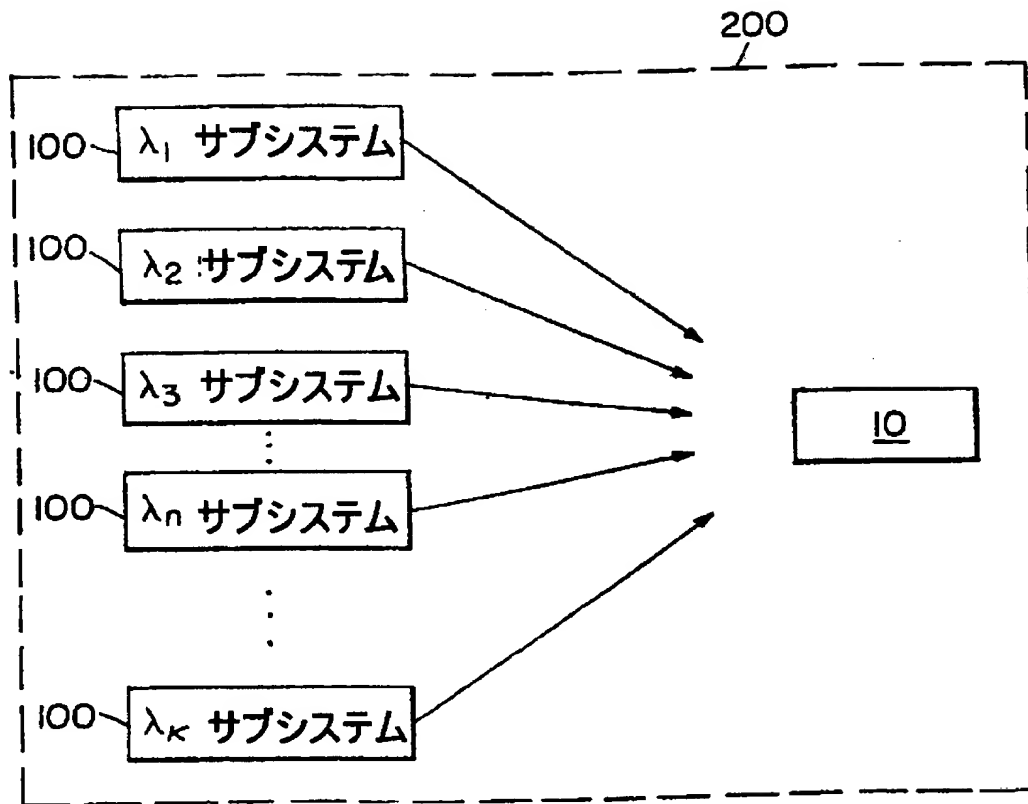
【図 4】



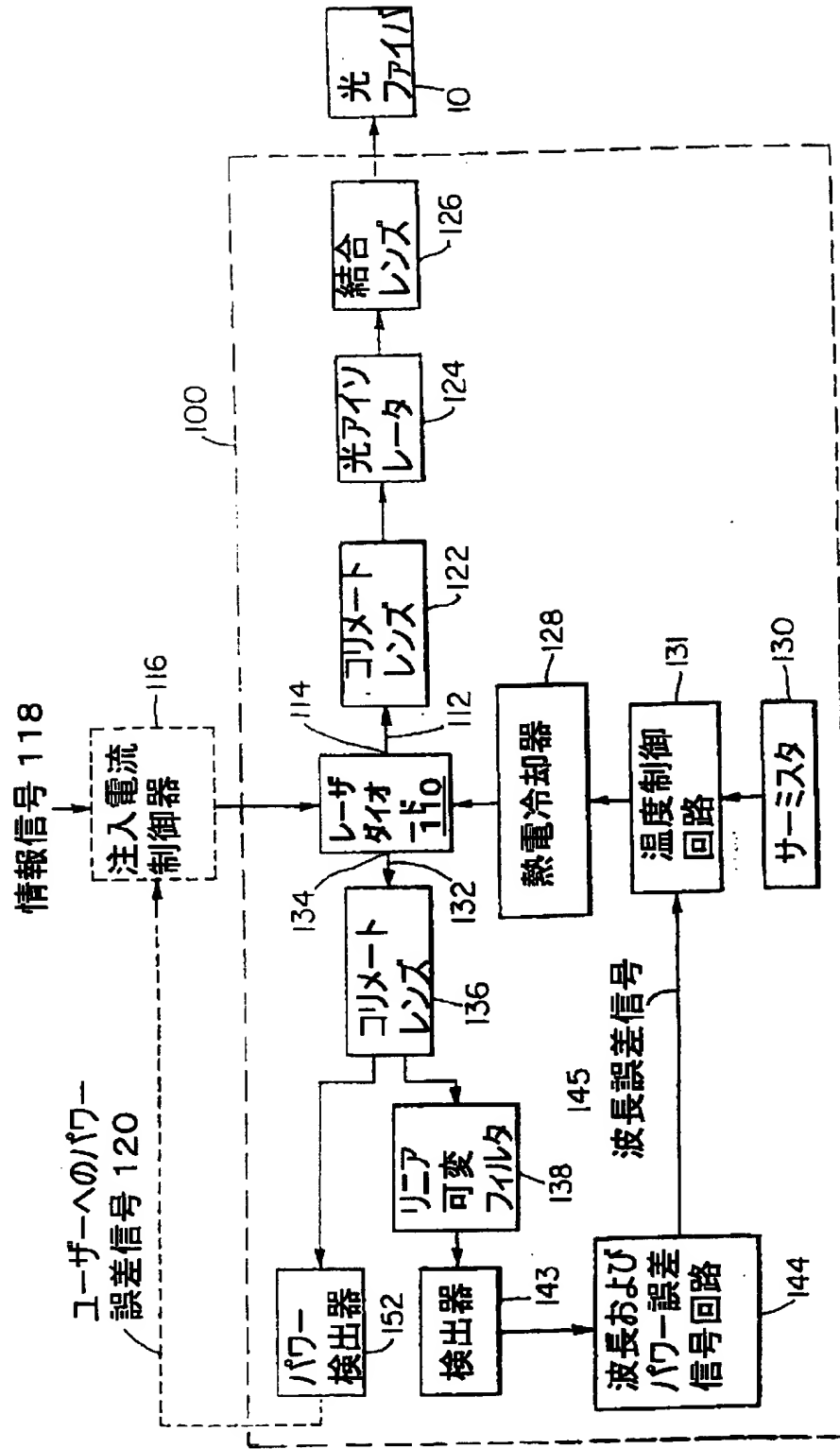
【図 5】



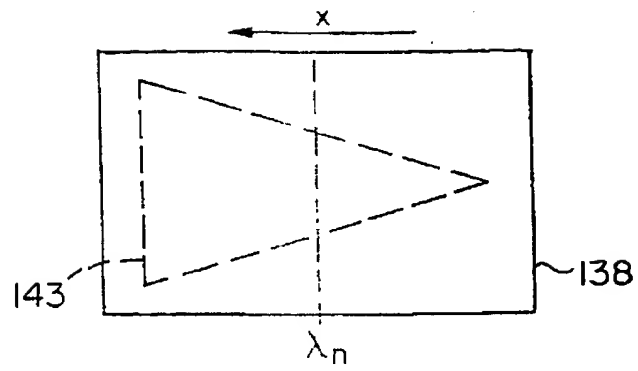
【図 6】



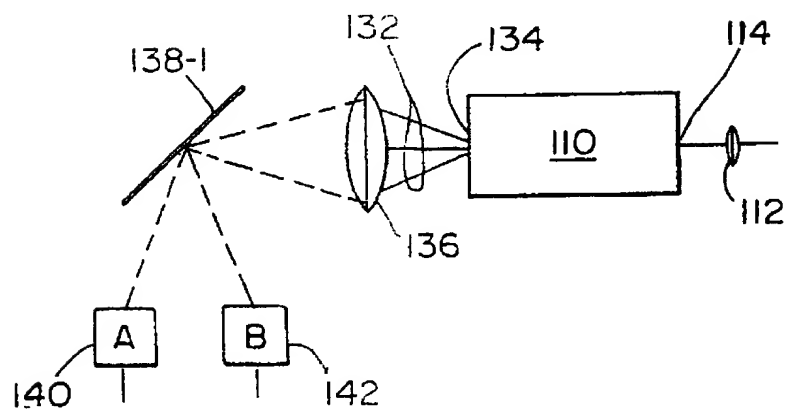
【図7】



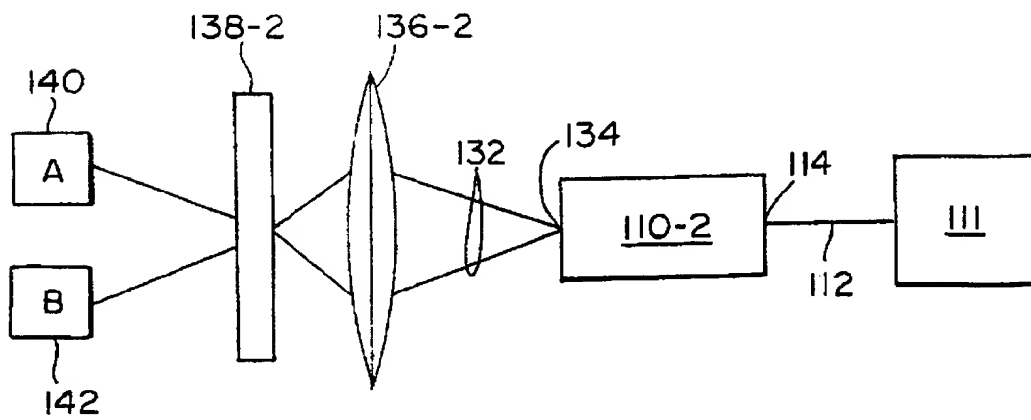
【図8】



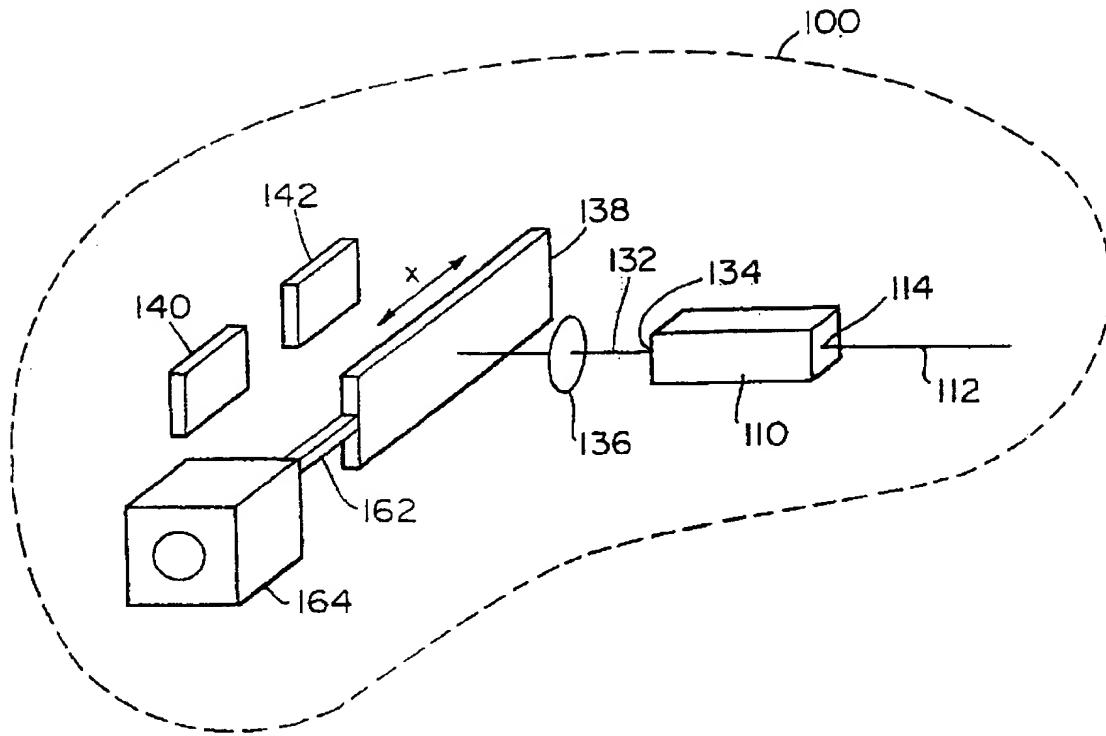
【図9】



【図10】



【図11】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H04B10/145 H01S3/133		International Application No. PCT/US 98/25142
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H04B H01S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 95 08206 A (ACCUWAVE CORP) 23 March 1995 see page 2, line 26 - line 35 see page 5, line 11 - page 6, line 11 see page 18, line 12 - page 22, line 5 see figures 8B,9A	1,2,4,5, 8,9, 12-14, 16-22, 24-26
Y	see page 2, line 26 - line 35 see page 5, line 11 - page 6, line 11	3,10,11, 23
A	see page 18, line 12 - page 22, line 5 see figures 8B,9A	6,7
Y	US 4 815 081 A (MAHLEIN HANS ET AL) 21 March 1989 see abstract see column 3, line 19 - line 24 see figure 1	3,23
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 February 1999		Date of mailing of the international search report 26/02/1999
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5816 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Ribbe, A

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US 98/25142

C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 310 000 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 5 April 1989 see abstract see column 4, line 51 - column 5, line 5 -----	10
Y	EP 0 762 677 A (FUJITSU LTD) 12 March 1997 see abstract see page 4, line 13 - line 30 -----	11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 98/25142

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9508206 A	23-03-1995	US 5691989 A CA 2171742 A EP 0719467 A JP 9502838 T	25-11-1997 23-03-1995 03-07-1996 18-03-1997
US 4815081 A	21-03-1989	DE 3885134 D EP 0284908 A JP 63257285 A	02-12-1993 05-10-1988 25-10-1988
EP 0310000 A	05-04-1989	JP 1302883 A JP 1302884 A JP 2517066 B JP 1310583 A JP 2537970 B JP 2002193 A JP 2506944 B JP 2043784 A JP 2043785 A JP 2043786 A JP 2043787 A JP 1084766 A JP 1084767 A CA 1302548 A DE 3889831 D DE 3889831 T US 4991178 A	06-12-1989 06-12-1989 24-07-1996 14-12-1989 25-09-1996 08-01-1990 12-06-1996 14-02-1990 14-02-1990 14-02-1990 14-02-1990 30-03-1989 30-03-1989 02-06-1992 07-07-1994 29-09-1994 05-02-1991
EP 0762677 A	12-03-1997	JP 9064819 A	07-03-1997

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H 0 4 B 10/06			
(81) 指定国	EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW		
(72) 発明者	バロウ・スコット アメリカ合衆国, マサチューセッツ州 01720, アクトン, チェスナット ストリート 4		
(72) 発明者	マーマン・イルヤ アメリカ合衆国, マサチューセッツ州 01851, ロウエル, ウェストビュー ロード 88		
Fターム(参考)	5F073 AB25 BA02 EA03 EA04 EA12 GA12 GA24 5K002 AA01 CA05 CA09 CA13 DA02 EA05		